

Adatok a rhizobium-baktériumokkal végzett tenyészedény kísérletek megbízhatóságához

MANNINGER ERNŐ, KERPELY ANTAL és ZÁMORY ÉVA

MTA Talajbiológiai Kutató Laboratóriuma, Sopron és Országos Mezőgazdasági Minőségvizsgáló Intézet, Budapest

Az a széleskörű tapasztalat, amelyet Fred, Goslings, Feilitzen, Simon, Lochhead (idézi Fehér [3], Hlaváčková [5] és Manninger [8]) rhizobium-baktériumok hatásossági vizsgálatával szereztek, az ilyen készítmények állandó ellenőrzésének szükségességét teljes mértékben indokolják. Régebben nem sokat törődtek az oltóanyagok ellenőrzésével és megelégedtek azok előállításával. Ma már azonban egyértelmű az a felfogás, hogy a gyakorlati mezőgazdaság csak akkor látja ezek hasznát, ha az oltóanyag hatásos rhizobium-törzsekből készül.

Rhizobium-baktériumok hatásosságának eldöntésére külföldön több helyen végeznek ellenőrző vizsgálatokat (Chamberlain [1], Leonard [7]). Bár világszerte egységesen alkalmazott ellenőrző módszer erre a célra még nincsen elfogadva [11], mégis mindegyik ma használatos megnyugtató eredményt szolgáltató módszer lényege steril (félsteril) vegetációs növénykísérlettel meggyőződni a baktériumok hatásosságáról (Erdman [2], Golebiewska [4], Hlaváčková [5], Kerpely, Manninger és Zámory [6], Robinson [9], Vintika [10]). (Félsterilnek nevezhető az olyan steril homokú tenyészedény, amelynél a növény föld feletti része a vegetációs idő tartamán szabadon érintkezik a levegőréteggel.)

Hazánkban is 1956 óta kötelező ellenőrző vizsgálattal állapítják meg a kész rhizobium oltóanyagok minőségét. Ezt a feladatot az Országos Mezőgazdasági Minőségvizsgáló Intézet végzi a Földművelésügyi Minisztérium Tudományos Tanácsától jóváhagyott, alább közölt feltételek (normák) szerint. Az eredménytől függően állapítja meg az ellenőrző szerv az anyag hatásos vagy nem megfelelő voltát. Meg kell említenünk, hogy ma még az oltóanyagtermelőnek sem áll más minősítési módszer rendelkezésére oltóanyagelőállításához felhasználandó törzsének elbírálására.

Az előbb említett és később részletesen ismertetett feltételek segítségével — mind a rhizobium-baktériumtörzsek, mind a törzsekből készült polyvalens oltóanyag esetében — csak a felhasználhatóság, vagy ennek ellenkezője állapítható meg, de pl. különböző teljesítő képességű (a fogalom alatt valamely rhizobium-baktérium gumóképző és nitrogéngyűjtő tulajdonsága eredményeként létrejött növekedéstöbbletet értjük) rhizobium-törzsek és különböző termelési számú oltóanyagok közt található különbségek helyes értékelésére csak nagy eltérést mutató termésértékszámok esetében adnak lehetőséget. Más szóval az oltóanyagtermelő és az ellenőrző szerv is a feltételek alapján csak hatásosnak vagy hatástalannak (nem megfelelőnek) jelölheti a megvizs-

gált baktérium-törzset vagy oltóanyagot és legfeljebb relatív jobbnak minősítheti egyik anyagát a másiknál. Arra azonban eddig nem volt lehetősége, hogy a relatív különbségeket megfelelő értékeléssel számításba is vehesse. Jelen dolgozatunknak egyik célja éppen annak a legkisebb terméskülönbség értékének megállapítása, amelyről feltehető, hogy rhizobium-baktériumok különböző teljesítő képességének eredménye. Másik célunk feleletet adni arra, hogy az üvegházban nevelt növények edényeinek különböző elhelyezése (csoportosítása) mennyire befolyásolja a kísérleti eredményeket, ill. ezek értékelé ét.

A felhasznált anyag és módszerek

Az előbbi célkitűzések megértéséhez először azokat a szempontokat soroljuk fel, amelyekre a rhizobium-baktériumokat és az oltóanyagot megvizsgálva, azoknak meg kell felelniök.

1. A rhizobium-baktérium tenyészeteket üvegházi steril vegetációs kísérletekben legalább négyszeri ismétlésben kell kipróbálni kontrolokkal (kezeletlen, oltatlan növényekkel) összehasonlítva. A további felhasználásra megfelelőnek minősíthető rhizobium-baktériumoktól megköveteljük, hogy az oltás hatására a kísérleti növény föld feletti része a kontrolhoz viszonyítva legalább 50%-kal nagyobb szárazanyagot hozzon.

2. A növények föld alatti és föld feletti részeiből végzett nitrogénvizsgálatoknak, a kontrol növények vizsgálati adataihoz viszonyítva, nagyobb érték-számot kell adniok hatásos rhizobium-baktériumok felhasználása esetében.

3. Meg kell győződni, hogy a baktériumkészítmény szintenyészet-e? Csak szintenyészetű oltóanyag fogadható el alkalmasnak.

4. A baktériumszám megfelelő legyen. (Ez a jelenlegi feltételek szerint poralakú készítményeknél legalább 1 milliárd, agaros táptalajúaknál az 1 kh-ra kiadott oltóanyagának 1000 ml vízben történő szuszpendálása esetén ml-enként legalább 500 millió csíráat jelent.)

A felsoroltak közül az 1. és 2. alatt elmondottakkal kell részletesebben foglalkoznunk. 1. szerint mindazok a rhizobium-baktériumok, amelyek hatására 50%-kal nagyobb föld feletti szárazanyag termelődik, alkalmasak a megfelelő pillangósvirágúak oltására. Igen természetes, hogy a nagyobb terméstöbbletet eredményező baktérium-törzseket kell elsősorban felhasználnunk, úgyszintén a 2. szerint a nagyobb nitrogénszázalékút.

További feladat azonban annak eldöntése, hogy egymástól többé-kevésbé alig eltérő — valamennyi azonban a kontrolhoz viszonyítva 50%-nál nagyobb — terméstöbbletet eredményező rhizobium-baktériumok közül melyiket helyezzük előtérbe? Gyakran előforduló jelenség pl. az oltóanyagtermelésnél, hogy a szárazanyag-produkcióban két, egymást fogyó sorrendben követő baktérium-törzs ugyanarról a termőhelyről származik, míg egy másik termőhelyű rhizobium-baktérium már ezeknél kisebb szárazanyagot eredményez. Vajon ilyenkor nem megokolt-e a hatásra sorra következő baktérium-törzs mellőzésével inkább a más termőhelyi adottságokból származó baktériumot felhasználni a polyvalens oltóanyaggyártáshoz? A kérdésre csak akkor adhatunk egyértelműen feleletet, ha ismerjük azt a növények föld feletti részeinek súlyában mutatkozó legnagyobb eltérést, amely egy és ugyanazon baktérium-törzs oltásának hatására teljesen azonos kísérleti feltételek mellett is előfordulhat, mert világos, hogy ezen maximális különbségnél kisebb hatások nem

az egyes baktériumok teljesítő képességétől (egyedi tulajdonságaitól), hanem a kísérleti szórástól származnak.

Ennek a különbségnek a felderítésére 20 steril kvarchomokot tartalmazó edényben egyenként 5 lucerna-növényt (összesen 100 egyedet), másik 20 edényben az előbbivel azonos, de autoklávban nem sterilizált homokban ugyanannyi növényt neveltünk és termésüket kiértékeljük.

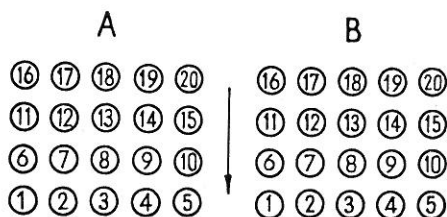
A tenyészedenyek aljába üvegtörmelékkel tettünk, amelybe a szellőzőcső ér. Az üvegtörmelékre üveggyapot réteg kerül, hogy a homok ne hulljon a törmelék közé. (Ez gyakorlatilag tápanyagmentes [csak 0,03% nitrogéntartalmú] mosott kvarchomok, amelyhez *Hellriegel* módosított tápoldatát kevertük. A módosítás a N-forrás elhagyása és 0,5 g $\text{CaCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ /1000 ml víz alkalmazása volt.) A homokba ágyasztuk az öntözőcsövet, a kimosás elkerülésére alsó végéhez üveggyöngyöket tettünk. A jobb szellőzés céljából a homokba edényenként 30 g súlyú horzsakövet helyeztünk. Minden edénybe 5 fészket készítettünk és ezek mindegyikébe a steril homok esetében 3%-os chlorogeniummal (neomagnolal) sterilizált, a nem steril homokba sterilizálatlan, martonvásári *M. B. 1068* jelzésű nemesített 2—2 lucernamagot tettünk. Kelés után a növényeket egy főre ritkítottuk. Vetés után minden magra (fészkekbe) 0,5 ml, a Brown-féle skála 3. fokozatának megfelelő sűrűségű, Szarvas környékéről származó egyéves lucerna növényből izolált rhizobium-törzs szintenyészetének szuszpenzióját juttattuk.

A növényeket átlag 2—3 naponként állandó súlyra öntöztük. Mivel a növények tenyészfeltételei (hőmérséklet, fény, tápanyag ellátottság, nedvesség) azonosak voltak, ezért a kapott eredményeket egymással közvetlenül összehasonlíthattuk. A kísérlet elrendezését az 1. ábra mutatja, amelyben az egyes számok az edények sorszámaát jelentik. 11 hét után főre vágtuk a növényeket és analitikai mérlegen azonnal megmértük.

A kísérleti eredmények és az eredményekből levonható következtetések

A növények kikelése után fenológiai megfigyeléseket végeztünk. Ezek szerint a vegetációs időszak felétől a steril homokban nevelt növények zölddebbnek látszottak. A kísérlet végével, 11 hét után, a növények — csekély kivételtől eltekintve — nagyjából egyforma fejlettségűek voltak az azonos homokban. Ugyanezt olvashatjuk ki az 1. táblázat súlyadataiból, amelyben a növények föld feletti (szár+levél) szárazanyag termelését adtuk meg g-okban az egyes edényekre vonatkozóan.

A föld feletti növényi rész (termés) értékeléséhez a minősítési feltételek szempontjai szerint mind a steril, mind a nem steril homokban nevelt növényekből négyes csoportokat (blokkokat) létesítettünk öt ismétlésben az 1. ábrán látható nyíl irányában. [A 2. táblázatban a Blokk (V) adatai.] Annak megállá-



1. ábra

A kísérletek elrendezése. A körökbe írt számok egyeznek az egyes edények sorszámaival. („A” a steril, „B” a nem steril homokú edények csoportja.)

pítására, hogy okoz-e a növények különböző elhelyezése (csoportosítása) valamilyen eltérést az eredményben, megkíséreltük az adatok kiértékelését olyan módon is, hogy a csoportosítást az előbbi irányra merőlegesen, vagyis az 1. ábrán vízszintesen végeztük el [2. táblázatban a Blokk (H) adatai].

1. táblázat

A kísérlet eredmény-táblázata

(Az adatok 5 friss növény súlyát jelentik g-okban)

	I (MS 16—MS 1)	II (MS 17—MS 2)	III (MS 18—MS 3)	IV (MS 19—MS 4)	V (MS 20—MS 5)	Összesen (átlagban)
Steril homok	6,0556	5,0048	5,9966	5,6325	4,9832	5,5345
	5,6565	5,4750	5,1047	6,5118	5,3508	5,6198
	5,0842	5,8952	5,2249	5,0142	6,9500	5,6337
	5,5272	5,7830	5,6146	6,1303	5,9215	5,7953
Átlag érték	5,5809	5,5395	5,4852	5,8222	5,8014	5,6458

$$Sz D_{5\%} = 0,78$$

	I (M 16—M 1)	II (M 17—M 2)	III (M 18—M 3)	IV (M 19—M 4)	V (M 20—M 5)	Összesen (átlagban)
Nem steril homok	6,1882	5,1537	5,9241	5,1943	5,8661	5,6653
	5,7627	6,3555	5,0803	6,0712	6,6975	5,9934
	5,6349	5,1942	5,4874	6,1514	5,7388	5,6413
	6,0132	5,2394	5,8894	5,7414	6,1240	5,8015
Átlag érték	5 8997,	5,4857	5,5953	5,7896	6,1066	5,7754

$$Sz D_{5\%} = 0,66$$

A számításokat variancia-analízissel végeztük el (1. és 2. táblázat) :

a) A blokkok között nincsenek szignifikáns különbségek. A tenyész-edénykísérlet ilyen célra való felhasználhatóságánál tehát azt tapasztaltuk, hogy sem függőleges (Blokk V), sem vízszintes irányban (Blokk H) nincsen blokkhatás. Más szóval a tenyészedények elhelyezése nincs befolyással az eredményre.

b) A kísérlet egy edényre eső átlagtermése (főátlag) a steril homok használatánál 5,6458 g, a nem steril homoknál 5,7754 g, az egy edényre eső hibaszórás a steril homokú edények termésénél $s = 0,528$, míg a nem sterilnél $s = 0,444$. A variációs koefficiens (CV) az első esetben 9,35%, a második (nem steril esetben) CV = 7,69%.

Ilyen irányú kísérletekre nem ismeretes a variációs koefficiens megkívánt százalékos határértéke, de a szántóföldi kísérletekben, termés hozamok összehasonlításakor szerzett tapasztalatok szerint ítélve, a variációs koefficiens e kísérlet nagy megbízhatóságát mutatja.

c) A négy ismétlésre számított 5%-os szignifikáns különbségek steril homok esetében 13,82%, a nem steril homok esetében 11,43%, a főátlagra vonatkoztatva. Ezek szerint jelen kísérletünkben pl. a steril homok használata-

2. táblázat

A kísérlet összesített variancia-analízise

	Steril homok				Nem steril homok			
	SQ	FG	MQ	F	SQ	FG	MQ	F
Összes tényező ...	5,2994	19	0,2789		3,7453	19	0,1971	
Blokk (V).....	0,1778	3	0,0593	0,15	0,3916	3	0,1305	0,66
Blokk (H).....	0,3865	4	0,0966	0,24	0,9669	4	0,2417	1,22
Hiba.....	4,7351	12	0,3946		2,3868	12	0,1989	

Szórásnégyzet $s^2 = 0,2789$, szórás $s = 0,528$

$s^2 = 0,1971$, $s = 0,444$,

V = Vertikális, H = Horizontális irányban az 1. ábrán.

tánál 13,8%-os, a nem steril homoknál 11,4%-os különbségeket már két különböző baktérium-törzs (kezelés) hatásának lehetne tulajdonítani. Ez is mutatja azt, hogy a minősítési feltételekben megadott 50%-os különbség (termés-többség) valószínűleg megnyugtatóan elégséges lesz a rhizobium-baktériumok hatásságának (teljesítő képességének) elbírálására.

d) A két (steril homokú és nem steril homokú) szórásnégyzet hányadosának összehasonlítása $F = \frac{0,2789}{0,1971} = 1,42$ mutatja, hogy a két hibaszórás

között még 20%-os szinten sincs szignifikáns eltérés. Az a tény, hogy a steril homok esetében nagyobb hibaszórás adódott, tehát kizárólag a véletlennek tulajdonítható. Talán azért sem volt eltérés a kétféle jelzésű homok esetében, mert mindkét esetben mosott és szárított kvarchomokot használtunk (amely már eleve baktériumokban szegény). A steril homokú edényeket ezen felül autoklávban 2 órán át 1,5 atü nyomáson sterilizáltuk.

Összefoglalás

A szakirodalom is tanúsítja, hogy milyen nagy szükség van a mezőgazdasági gyakorlatban felhasználásra kerülő rhizobium-baktériumokat tartalmazó oltóanyag állandó ellenőrzésére.

1956 óta Magyarországon is kötelező az ilyen oltóanyagok minőségi vizsgálata. E feladatot az Országos Mezőgazdasági Minőségvizsgáló Intézet végzi a Földművelésügyi Minisztérium Tudományos Tanácsától jóváhagyott feltételek (normák) szerint.

E célból 40 (20 steril homokú és 20 nem steril homokú) edényben nemesített *M. B. 1068* jelzésű martonvásári lucernamagból nőtt növényeken vizs-

gáltuk az előbbi kérdést (1. ábra). A magokat ugyanazzal a baktérium-törzsszel oltottuk és az egész vegetációs idő alatt 2—3 naponként állandó súlyra öntöztük az edények homokját.

11 hét után töre vágtuk a növényeket és a kapott föld feletti rész (termés) eredményeit varianciaelemzés szerint értékeljük ki (1. és 2. táblázat).

Összegezve a kapott eredményeket, megállapíthatjuk, hogy a steril (félsteril) négyszeri ismétléses üvegtenyészedény vizsgálatok jól felhasználhatók rhizobiumok teljesítőképességének vizsgálatára, vagyis elég érzékeny módszer különböző baktérium-törzsek és oltóanyagok egymás közt való összehasonlítására.

Érkezett: 1959. február 19.

Irodalom

- [1] Chamberlain, E. E.: Certification of legume seed inoculants. N. Z. J. Agric. Wellington **96**. 3 1958.
- [2] Erdman, L. W. & Means, U. M.: Use of total yield for predicting nitrogen content of inoculated legumes in sand cultures. Soil Sci. **73**. 231—235. 1952.
- [3] Fehér, D.: Talajbiológia. Akad. kiadó. Budapest, 1954.
- [4] Golebiowska, J.: Rola bakterii przy uprawie roślin motylkowych. — Inst. Uprawy, Działu Mikrobiologii, Warszawa, 1955.
- [5] Hlaváčková, E.: Příprava a používání bakteriálních očkovacích látek v zemědělství. Rostlinná výroba. (9—10) 909—936. 1956.
- [6] Kerpely, A., Manninger, E. & Zámory, E.: Különböző Rhizobium-törzsek, valamint a szójabab poralakú oltóanyagának minősítése. Orsz. Mezőgazd. Minőségvizsg. Int. Évk. **3**. 141—172. 1954—1955.
- [7] Leonard, L. T.: Method of testing legume bacteria cultures and results of tests of commercial inoculants in 1943. Circ. No. 703. U. S. Dept. Agr. Washington, 1944.
- [8] Manninger, E.: Vizsgálatok a Phylaxia néhány Rhizobium-törzsének hatékonyságáról. MTA Agrártud. Oszt. Köz. **6**. 43—55. 1955.
- [9] Robinson, R. A.: Legume inoculation. A method of testing Rhizobium cultures. East Afr. J. Agric. **22**. 130—132. 1957.
- [10] Vintika, J.: O vyskytu penových hližek. Rostlinná výroba. 949—951. 1956.
- [11] Wieringa, K. T. & Bakhuis, J. A.: Chromatography as a means of selecting effective strains of Rhizobia. Plant and Soil **8**. 254—262. 1957.

ДАННЫЕ ПО ДОСТОВЕРНОСТИ ВЕГЕТАЦИОННЫХ ОПЫТОВ, ПРОВЕДЕННЫХ С КЛУБЕНЬКОВЫМИ БАКТЕРИЯМИ

Э. Маннингер, А. Кerpелй и Е. Заморн

Научно-исследовательская Лаборатория Почвенной Биологии, Шопрон и Государственный Институт по Контролю Качества Сельскохозяйственных Продуктов, Будапешт

Резюме

Опыт, приобретенный Фред, Гозлинге, Фейлитцен, Шимон, Лоххед (по Фэхэр [3]), Главацкой [5] и Маннингер [8], в области исследований эффективности ризосферных бактерий вполне обосновывает необходимость постоянного контроля этих препаратов. Ранее мало заботились о проверке бактериальных препаратов, довольствуясь их изготовлением. Ныне уже господствует воззрение, согласно которого в сельском хозяйстве практический эффект получается лишь в случае приготовления препаратов путем размножения активных штаммов клубеньковых бактерий.

В целях исследования эффективности клубеньковых бактерий за границей во многих местах проводят контрольные исследования (Чемберлен [1], Леонард [7]). Хотя в мировом масштабе не принята еще единая методика проведения этих контрольных

опытов, сущность всех доставляющих более-менее достоверные результаты опытов заключается в проверке эффективности этих бактерий в условиях стерильных (полустерильных) вегетационных опытов с растениями. (Эрдман [2], Голубовская [4], Керпелй — Маннингер — Замори [6], Робинсон [9], Винтика [10]). (Полустерильным называется вегетационный сосуд со стерильным песком, в котором надземная часть растений в течение вегетационного периода свободно соприкасается с воздухом. В Венгрии с 1956 г. качество готовых препаратов клубеньковых бактерий проверяют в обязательном порядке. Эту работу выполняет Государственный институт по контролю качества сельскохозяйственных продуктов.

Для проверки условий, подробно перечисленных в главе «Методика», следует проводить стерильные опыты в вегетационных сосудах. До сих пор чувствительность последних, т. е. димерция результатов были неизвестными.

Поставленный выше вопрос изучали в вегетационном опыте с 40 сосудами (20 стерильных и 20 полустерильных) с растениями люцерны, выращенными из семян селекционного Мартонвашарского сорта за № М. В. 1068 (Фото № 1). Семена перед посевом были заражены одним штаммом бактерий. Сосуды с песком в течение вегетационного периода каждые 2—3 дня доливали водой до постоянного веса.

После 11 недель растения срезали над землей и данные веса полученной надземной массы (урожай) обрабатывали методом вариационного анализа (1 и 2 таблицы).

Из результатов опытов можно сделать следующие выводы:

а) Между блоками нет достоверных разниц. Оказалось, что ни по вертикали (блок V, во 2-й таблице), ни по горизонтали (блок H во 2-й таблице) нет влияния блока, т. е. порядок расстановки вегетационных сосудов не влияет на результаты опыта.

б) Средний урожай с одного сосуда при использовании стерильного песка составил 5,6458 г., нестерильного — 5,7754 г. Отклонение ошибки для урожая с сосудов со стерильным песком $s = 0,528$, для несотерильных $s = 0,444$. Вариационный коэффициент (CV) в первом случае 9,35%, а во втором (нестерильные сосуды) CV = 7,69%.

в) В расчете на 4 повторности 5% достоверная разница для случая со стерильным песком — 13,82%, а для нестерильного песка — 11,43%, в отношении к средней по опыту. Другими словами, в данном опыте разницы в 13,8% при использовании стерильного и 11,4% при использовании нестерильного песка можно уже отнести за счет влияния двух разных штаммов бактерий (вариантов).

г) Сравнение квадратов отклонений стерильного и нестерильного фона $F = \frac{0,2789}{0,1971} = 1,42$, показывает, что между отклонениями двух ошибок нет достоверной разницы даже на 20% уровне. Тот факт, что в случае использования стерильного песка отклонение ошибки получилось большее является лишь случайностью.

Суммируя полученные результаты, можно установить, что вегетационный опыт в стерильных или полустерильных стеклянных сосудах при 4х кратной повторности хорошо пригоден для проверки эффективности клубеньковых бактерий, т. е. является достаточно чувствительным способом для сравнения между собой отдельных штаммов бактерий или бактериальных препаратов.

Рис. 1. Размещение сосудов в опыте. Цифры в кружочках — номера по порядку сосудов. («А» — группа сосудов со стерильным, а «В» — с нестерильным песком.)

Табл. 1. Результаты опыта. (Данные обозначают вес 5 свежих растений в г.)

Табл. 2. Сводная таблица вариационного анализа опыта.

Über die Genauigkeit der mit Rhizobium-Bakterien geführten Gefäßversuche

E. MANNINGER, A. KERPELY und E. ZÁMORY

Forschungslaboratorium für Bodenbiologie der Ungarischen Akademie der Wissenschaften zu Sopron und Landesanstalt für Landwirtschaftliche Qualitätsprüfung, Budapest

Zusammenfassung

Die vielseitigen Erfahrungen, die Fred, Goslings, Feilitzen, Simon, Lochhead (cit. Fehér [3]), Hlaváčeková [5] und Manninger [8]) bei der Prüfung der Wirksamkeit von Rhizobium-Bakterien erworben haben, lassen eine laufende Kontrolle dieser Präparate unbedingt begründet erscheinen. Früher war eine Kontrolle der

Impfstoffe nicht üblich und die Aufmerksamkeit beschränkte sich allein auf deren Herstellung. Heutzutage ist aber die Auffassung allgemein durchgedrungen, daß diese Impfstoffe für die Landwirtschaft nur dann wirklichen Nutzen bedeuten, wenn sie aus wirklichen Rhizobium-Stämmen hergestellt werden.

Zur Prüfung der Wirksamkeit von Rhizobium-Bakterien wurden im Ausland verschiedentliche Kontroll-Untersuchungen geführt (Chamberlain [1], Leonard [7]). Obzwar eine diesbezügliche, einheitliche Prüfmethode noch nicht anerkannt ist, stimmen sämtliche Methode — die zufriedenstellende Ergebnisse liefern können — in dem Prinzip überein, daß die Wirksamkeit der Bakterien in sterilen (halb-sterilen) Pflanzen-Vegetationsversuchen zu prüfen ist (Erdman [2], Golebiowska [4], Hlaváčová [5]), Kerpely—Manninger—Zámory [6], Robinson [9], Vintika [10].) Als halb-steril sind die auf sterilem Sand geführten Gefäßversuche anzusprechen, bei denen die oberirdischen Pflanzenteile während der Vegetationszeit mit der umgebenden Luftschicht unbehindert in Kontakt stehen.

Seit 1956 wird die Qualität der fertigen Rhizobium-Impfstoffe auch in Ungarn obligatorisch überprüft. Diese Prüfung ist Aufgabe der Landesanstalt für Landwirtschaftliche Qualitätsprüfung und wird laut den vom Wissenschaftlichen Rat des Ackerbauministeriums zugelassenen Bedingungen (Normen) durchgeführt.

Um die, in dem Kapitel über angewandte Methoden angeführten Eigenschaften prüfen zu können, sind sterile Gefäßversuche durchzuführen. Die Genauigkeit dieser Versuche bzw. die Varianz der hieraus erhaltenen Ergebnisse war früher nicht geklärt.

Diese Frage wurde nun in einem Versuch mit insgesamt 40 Gefäßen (hievon 20 mit sterilisiertem, 20 mit unsterilisiertem Sand) an dem Pflanzenbestand der Luzerne-Zuchtsorte von Martonvásár MB 1068 geprüft (Abb. 1). Das gesamte Saatgut wurde mit dem gleichen Bakterien-Stamm geimpft und der Sandboden wurde alle 2—3 Tage auf Gewichtskonstanz bewässert.

Nach Ablauf von 11 Wochen wurden die Pflanzen bis auf den Stock geschnitten und die Leistung an oberirdischen Pflanzenteilen (Ertrag) mit Varianzanalyse ausgewertet (Tabellen 1 und 2). Die Versuche ermöglichten nachstehende Folgerungen:

a) Zwischen den Blöcken sind signifikante Unterschiede nicht nachzuweisen. Der Gefäßversuch hat demnach in dieser Beziehung erwiesen, daß eine Blockwirkung weder in senkrechter (Block V. in Tabelle 2), noch in waagerechter Richtung (Block H. in Tabelle 2) vorliegt. Mit anderen Worten: durch die Anordnung der Gefäße werden die Ergebnisse nicht beeinflusst.

b) Der Durchschnittsertrag je Gefäß (Versuchsmittel) betrug im Versuche auf sterilem Sand 5,6458 g, auf unsterilem Sand 5,7754 g und die Fehlerstreuung je Gefäß bei den Erträgen auf sterilem Sandboden $s = 0,528$, auf unsterilem Sand $s = 0,444$. Der Variationskoeffizient (CV) stellte sich im ersteren Falle auf 9,35%, im zweiten Falle (nicht steril) auf $CV = 7,69\%$.

c) Für vier Wiederholungen ergab sich — auf das Versuchsmittel berechnet — eine $GD_s\%$ von 13,82% auf sterilem Sandboden und 11,43% auf nicht sterilisiertem Sand. Das würde demnach bedeuten, daß auf sterilem Sand 13,8%, auf nicht sterilem Sand 11,4%ige Unterschiede z. B. der Wirkung von zwei verschiedenen Bakterien-Stämmen (Behandlungen) zugeschrieben werden könnten.

d) Ein Vergleich der Quotienten der zwei verschiedenen Streuungsquadrate (steril und nicht steril) $F = \frac{0,2789}{0,1971} = 1,42$ zeigt, daß zwischen den zwei Fehlerstreuungen selbst bei $P = 20\%$ kein signifikanter Unterschied nachzuweisen ist. Der Umstand, daß sich bei sterilem Sand eine höhere Fehlerstreuung ergab, ist demnach ausschließlich dem Zufall zuzuschreiben.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß die sterilen (halb-sterilen), in vierfacher Wiederholung angelegten Glasgefäß-Versuche zur Prüfung der Leistungsfähigkeit von Rhizobium-Stämmen gut geeignet sind, d. h. eine genügend wirksame Methode darstellen, um damit verschiedene Bakterien-Stämme und Impfstoffe miteinander verglichen zu können.

Tabelle 1: Ergebnistabelle des Versuches (Die Meßwerte bedeuten das Gewicht an grünen Pflanzenteilen, in g).

Tabelle 2: Die volle Varianzanalyse des Versuches.

Abb. 1: Die Versuchsanlage. Die in den Kreisen stehenden Nummern stimmen mit der Reihenummer der einzelnen Gefäße überein (»A« Gruppe der Gefäße mit sterilisiertem Sand, — »B« Gruppe der Gefäße mit nicht sterilisiertem Sand).